

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 03088369  
PUBLICATION DATE : 12-04-91

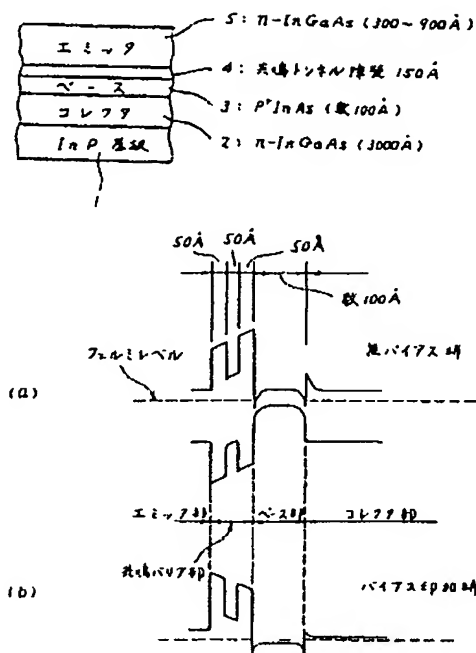
APPLICATION DATE : 31-08-89  
APPLICATION NUMBER : 01224944

APPLICANT : YOKOGAWA ELECTRIC CORP;

INVENTOR : MIURA AKIRA;

INT.CL. : H01L 29/68 H01L 29/203

TITLE : HETEROSTRUCTURE  
SEMICONDUCTOR DEVICE



ABSTRACT : PURPOSE: To assure a high speed operation in RBT by forming a base layer with a material having band gap energy lower than those of material of an emitter layer and a collector layer and using it as a P type layer.

CONSTITUTION: A base layer 3 comprises  $P^+$  InAs of several 100<sup>th</sup> thickness. More specifically, the base layer 3 is formed with a material having band gap energy lower than those of materials of an emitter layer 5 and a collector layer 2 and is used as a P type layer. With such a resonant hetero-bipolar transistor(RBT) a resonant barrier part acts as a barrier when no bias is exerted to prevent electrons from flowing from the emitter 5 into the base 4. Once the resonant barrier part is resonant by application of positive potential to the base 3, a collector 2 current starts to flow. Hereby, any hole storage at the inside of the collector 2 and the emitter 5 is unlikely to be produced, resulting in a high speed operation.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

BEST AVAILABLE COPY

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-88369

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>H 01 L 29/68  
29/203

識別記号

庁内整理番号

8225-5F  
8225-5F

⑬公開 平成3年(1991)4月12日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 ヘテロ構造半導体装置

⑰特 願 平1-224944

⑱出 願 平1(1989)8月31日

|      |           |                   |           |
|------|-----------|-------------------|-----------|
| ⑲発明者 | 小 高 洋 寿   | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲発明者 | 小 林 信 治   | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲発明者 | 八 木 原 剛   | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲発明者 | 岡 貞 治     | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲発明者 | 鎌 田 浩 実   | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲発明者 | 内 田 暁     | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲発明者 | 三 浦 明     | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 | 横河電機株式会社内 |
| ⑲出願人 | 横河電機株式会社  | 東京都武蔵野市中町2丁目9番32号 |           |
| ⑲代理人 | 弁理士 小沢 信助 |                   |           |

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

ヘテロ構造半導体装置

## 2. 特許請求の範囲

化合物半導体からなるトランジスタにおいて、ベース層をエミッタ層、コレクタ層の材質よりもバンドキャップエネルギーの小さな材質で形成し、かつ、P型層として用いたことを特徴とするヘテロ構造半導体装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## &lt;産業上の利用分野&gt;

本発明は、RBT(共鳴ヘテロバイポーラトランジスタ)やRHET(共鳴ホットエレクトロントランジスタ)などのヘテロ接合を用いた半導体装置の特性の改善に関する。

## &lt;従来の技術&gt;

第4図は従来のRBTの構成図を示すものである。図において1は半絶縁性InP基板である。2はコレクタで厚さ3000Å程度のn-InGaAs層、3はベース層で厚さ1000~300

0Å程度のp+-GaAs層、4は共鳴トンネル障壁で厚さ50Å程度のn-InGaAs層を厚さ50Å程度のGaAs層で挟んで形成されている。5はエミッタで厚さ300~900Å程度のn-InGaAs層で形成されている。

第5図は従来のRHETの構成とバンドキャップエネルギーの模式図を示すもので、10は半絶縁性GaAs基板、20はn-GaAsからなるコレクタ層、21はGaAlAsからなるコレクタ障壁、22はn-GaAsからなるベース層、23は共鳴トンネル障壁24を挟んで形成されたGaAsからなるアンドープ層である。共鳴トンネル障壁24は50Å程度の厚さのGaAs層を同じく50Å程度の厚さのGaAlAsで挟んで形成されている。25はn-GaAs層からなるエミッタ、27a、27bは取出し電極である。なお、コレクター・ベース間のコレクタバリア層は1500Å程度、ベース層の厚みは1000Å程度とされ、各層は分子線結晶成長装置(MBE)を用いて積層される。

# <発明が解決しようとする課題>

上記従来例のうち第4図に示すRBTにおいては、共鳴動作を行わせるには1V以上の $V_{BE}$ を印加する必要があるが、このような大きな $V_{BE}$ を印加すると大きな入力が必要とし、また、トランジスタに大きな耐圧が必要となるという課題がある。また、ベース中のキャリアの移動は基本的に拡散であるため高連動作には限界があるという課題がある。

また、第5図に示すRHETにおいてはキャリアが薄い障壁を通り抜ける事を利用したバリスティック伝導であるため、高連動作という点では問題はないが、コレクタバリアによるエミッタ効率が悪化するという課題がある。

本発明は上記従来技術の問題点に鑑みてなされたもので、RBTにおいては高連動作が可能となり、RHETにおいてはエミッタ注入効率を改善することを目的としている。

## <課題を解決するための手段>

上記従来技術の課題を解決する為の本発明の構

造は、バリア部が障壁となりエミッタからベースへの電子の流入は起こらない。そして、ベースに正電位を印加して共鳴バリア部が共鳴状態になるとコレクタ電流が流れ始める。この場合、ベースの半導体の材質としてバンドギャップの小さいp型のInAsを用いている。その為コレクタ側、エミッタ側へのホールの蓄積が起きにくくなり高連動作が可能となる。また、ベース・コレクタ間にコレクタ障壁がないためRHETに比較してコレクタに到達出来る電子が減少せずエミッタ注入効率を悪化させる事がない。

第3図は本発明をRHETに適用した状態の構成とバンドギャップエネルギーの模式図を示すもので、この場合、従来と異なる点はベース層として数百Åの厚さのバンドギャップエネルギーのp型のInGaAsを用いている事である。このようにベース層をp型とする事によりベース・エミッタ間、ベース・コレクタ間に電子の蓄積効果が起きにくくなり高連動作が可能となる。

なお、本実施例においてはRBT、RHETを

成は、化合物半導体からなるトランジスタにおいて、ベース層をエミッタ層、コレクタ層の材質よりもバンドギャップエネルギーの小さな材質で形成し、かつ、P型層として用いたことを特徴とするものである。

## <実施例>

以下、図面に従い本発明を説明する。第1図は本発明のRBTの一実施例の構成を示すもので、従来と異なる所はベース層を $p^+ \text{InAs}$ とし、その厚さを数100Åとした点であり、その他は従来と同様に構成されている。上記構成においてInGaAsのバンドギャップエネルギーはおよそ1.428eV、InAsのバンドギャップエネルギーはおよそ0.354eVであり、ベース層がコレクタ層、エミッタ層と比較して小さなバンドギャップエネルギーとなっている。第2図(イ)は第1図に示すRBTの無バイアス時のバンド構成、(ロ)はバイアス印加時のバンド構成を示している。

上記構成のRBTによれば無バイアス時は共鳴

を用いて説明したが共鳴動作のないHBTやHETの場合においても適用可能である。また、本実施例においてはRBTの材質をInGaAs系とし、RHETの材質をGaAlAs系として説明したがInAlAs系(RBT)やInGaAs(RHET)であってもよく、要はベース層の厚さを数百Åとし、かつ、コレクタ層、エミッタ層の材質よりもバンドギャップエネルギーの小さな材質のp層であれば良い。

## <発明の効果>

以上実施例とともに具体的に説明した様に本発明によれば、ベース層をエミッタ層、コレクタ層の材質よりもバンドギャップエネルギーの小さな材質で形成し、かつ、p型層として用いたので、RBTにおいてはコレクタ側、エミッタ側へのホールの蓄積が起きにくくなり高連動作が可能となる。また、ベース・コレクタ間にコレクタ障壁がないためRHETに比較してコレクタに到達出来る電子が減少せずエミッタ注入効率を悪化させる事がない。またRHETにおいてはベース・エミ

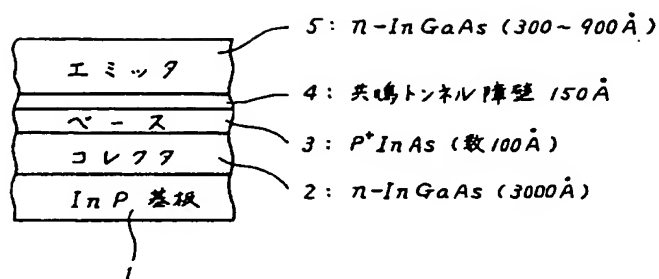
ッタ間、ベース・コレクタ間に電子の蓄積効果が起きにくくなり高連動作が可能となる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明をRBTに適用した場合の構成図、第2図は第1図に示すRBTのエネルギーバンド構成図、第3図は本発明をRHETに適用した場合の構成図、第4図は従来のRBTの構成図、第5図は従来のRHETの構成図である。

1…半絶縁性InP基板、2…コレクタ層、3…ベース層、4…共鳴トンネル障壁、7…エミッタ層。

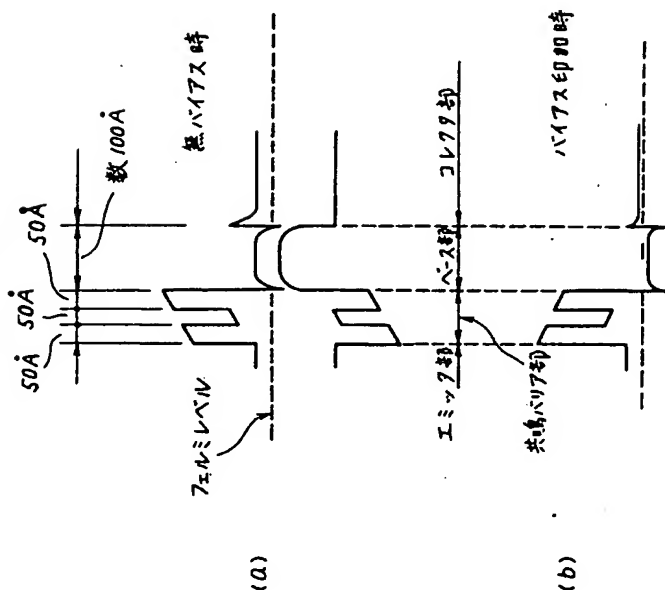
第1図



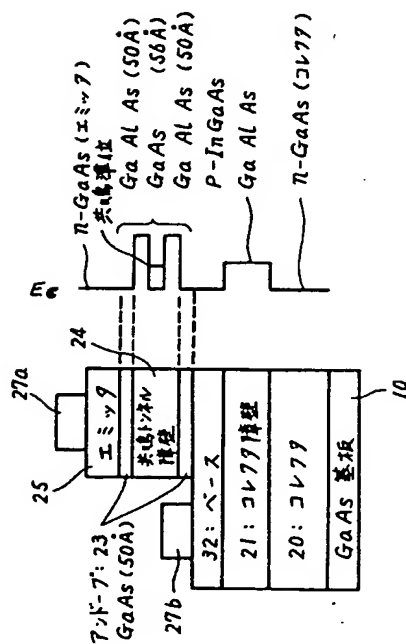
代理人 弁理士 小沢 信



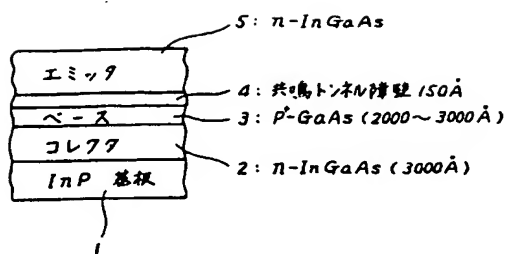
第2図



第3図



第 4 図



第 5 図

